

中国农业系统工程丛书

# 农业系统工程总体设计

山东科学技术出版社

一九八七年·济南

## 《中国农业系统工程丛书》编审委员会

**主 任** 石 山

**副主任** 杨挺秀 张象枢 周曼殊

**委 员** (按姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马培荣 | 邓聚龙 | 邓 琦 | 亓桂明 | 石 山 |
| 刘德铭 | 刘志明 | 刘笃慧 | 刘玉斌 | 朱志明 |
| 吕富保 | 庄郁华 | 许尚武 | 陈锡康 | 陈克明 |
| 陈国良 | 陈绵云 | 吴 健 | 迟范民 | 杨挺秀 |
| 杨广林 | 张象枢 | 张沁文 | 周 平 | 周曼殊 |
| 罗庆成 | 竺开华 | 赵庆楨 | 晏国生 | 章志敏 |
| 曹和光 | 韩 宁 | 谭跃进 | 魏俊生 |     |

## 《农业系统工程总体设计》

**主 编** 杨挺秀

**撰 稿** 杨挺秀 马培荣 刘笃慧 滕友正 孟 斌

马党生 朱志明 吕富保 邓 琦 赵锡泰

**责任编辑** 尹兆长

# 前 言

农业是人类赖以生存最重要的产业，也是劳动密集、技术密集和科学密集的产业。中国是世界上最古老的农业大国之一，中华人民共和国成立后，逐步解决了十亿人口的吃饭和穿衣问题，这是世界性的创举。现代科学技术的发展，日新月异，当今世界已进入信息社会，新技术革命已在全球范围内展开，总结农业现代化国家的经验，探索我国农业现代化的道路，是历史的必然，经济建设的需要。要走自己的农业现代化的道路，必须解决好农业决策科学化，农业在国民经济、社会、生态、科学技术综合发展中的作用及相互关系，农业的结构与布局，农业生态平衡，农业人口的发展与控制，以及能源、交通、商品生产、农村城镇建设的系统性问题。国内外经验证明，农业系统工程是解决这些问题的重要科学方法与手段。

我国开展农业系统工程的应用，始于1980年，起步虽晚，但路子对头，发展很快。一开始，就在中国系统工程学会名誉理事长钱学森教授所倡导的“强调实践，讲求实效，不坐而论道”的思想指导下，面向农村经济发展，经过农业系统工程专家、技术人员和农业管理干部的辛勤劳动，短短六年，就在全中国24个省（市、自治区）、250个地、县开展了农业系统工程的应用实践，并出现了黑龙江省海伦县、吉林省靖宇县、宁夏回族自治区固原县、山东省长清县和湖南省娄底地区、浏阳县

等，一批具有中国特色、对农业系统工程理论和实践有重要意义的典型。自农业系统工程的应用试点开始，就十分重视人才开发和培养，强调为国民经济建设服务、为农业现代化服务。所以，农业系统工程发展快，效益高，受到各级党、政领导干部和广大农民欢迎，普及范围日益广泛。目前，用农业系统工程的理论、方法，进行预测、决策和管理，制订农村经济、社会、生态、科技综合发展规划，已成为不可缺少的科学手段。

为了总结农业系统工程的应用经验，满足全国各地迫切需要，中国系统工程学会农业系统工程委员会组织全国著名专家和丰富实践经验的科技人员百余人，编写了《中国农业系统工程丛书》。这套丛书强调了农业系统思想、理论、方法、工具和程序的统一，以设计和效益为主线，包括十一个分册，即：《农业系统工程概论》、《农业系统工程总体设计》、《农业系统工程子系统设计》、《农作物栽培技术系统优化设计》、《农业系统动力学》、《农业系统线性规划》、《农业投入产出技术与模型》、《农业系统灰色理论与方法》、《农业系统的预测与决策》、《微机与农业系统工程应用软件》和《农业系统工程应用与效益》。

中国系统工程学会理事长、中国科学院学部委员许国志先生，给予热情指导，并在百忙中，克服视力障碍，为《丛书》写序。我们努力做到“寓巴人于白雪之中，出阳春于下里之内”和“笔执众人，书成一体”的要求。

农业系统工程在我国仍处开拓阶段，《丛书》的出版，是我国农业系统工程发展的一个里程碑，愿将它奉献给读者，意在抛砖引玉，共同实践，继续探索，不断修改，日臻完善，为加快我国农村经济、社会、生态、科技协调发展作出贡献。

在编写过程中，承蒙中共山东省委、山东省人民政府、山东省科学技术委员会以及全国各有关领导和同行的大力支持，在此表示衷心感谢。

《中国农业系统工程丛书》编委会

一九八七年三月

# 目 录

|                   |    |
|-------------------|----|
| <b>第一章 绪论</b>     | 1  |
| 第一节 系统工程的核心       | 1  |
| 第二节 总体设计的发展概况     | 4  |
| 第三节 未来的展望         | 8  |
| <b>第二章 总体设计理论</b> | 9  |
| 第一节 开放论           | 9  |
| 第二节 整体论           | 13 |
| 第三节 融合论           | 17 |
| 第四节 结构论           | 22 |
| 第五节 联系论           | 31 |
| 第六节 综合论           | 39 |
| 第七节 协同论           | 41 |
| 第八节 模型论           | 44 |
| <b>第三章 总体构思</b>   | 49 |
| 第一节 发展模式          | 49 |
| 第二节 发展战略          | 54 |
| 第三节 总体框架          | 62 |
| 第四节 过程系统          | 66 |
| 第五节 人员系统          | 73 |
| <b>第四章 环境辨识</b>   | 79 |
| 第一节 环境系统与环境辨识模型   | 79 |

|            |                      |            |
|------------|----------------------|------------|
| 第二节        | 自然环境辨识 .....         | 94         |
| 第三节        | 社会环境系统辨识 .....       | 110        |
| <b>第五章</b> | <b>系统诊断 .....</b>    | <b>126</b> |
| 第一节        | 系统诊断的概念和特点 .....     | 126        |
| 第二节        | 诊断模型 .....           | 127        |
| 第三节        | 系统诊断的工作步骤 .....      | 134        |
| 第四节        | 诊断模型的数学基础及程序设计 ..... | 134        |
| 第五节        | 诊断模型的使用 .....        | 146        |
| <b>第六章</b> | <b>目标设计 .....</b>    | <b>151</b> |
| 第一节        | 发展战略与战略目标 .....      | 151        |
| 第二节        | 目标的性质及分类 .....       | 156        |
| 第三节        | 目标的寻求 .....          | 162        |
| 第四节        | 社会经济发展目标的指标体系 .....  | 175        |
| 第五节        | 县级总体目标设计实例 .....     | 180        |
| <b>第七章</b> | <b>人口控制 .....</b>    | <b>184</b> |
| 第一节        | 人口控制与人口预测 .....      | 184        |
| 第二节        | 人口预测数学模型 .....       | 187        |
| 第三节        | 各种人口指数 .....         | 200        |
| 第四节        | 生育模式及死亡率函数 .....     | 209        |
| 第五节        | 农业系统总体设计中的人口控制 ..... | 216        |
| <b>第八章</b> | <b>国土资源分配 .....</b>  | <b>222</b> |
| 第一节        | 国土资源分配的理论和方法 .....   | 222        |
| 第二节        | 国土资源的布局优化和模型建立 ..... | 225        |
| 第三节        | 应用实例 .....           | 233        |
| <b>第九章</b> | <b>能源预测 .....</b>    | <b>241</b> |
| 第一节        | 农村能源概况 .....         | 241        |
| 第二节        | 农村能源需求预测方法 .....     | 246        |

|             |                    |            |
|-------------|--------------------|------------|
| 第三节         | 县级农村能源预测实例 .....   | 251        |
| <b>第十章</b>  | <b>资金问题 .....</b>  | <b>259</b> |
| 第一节         | 农村资金运动及其一般规律 ..... | 259        |
| 第二节         | 农村资金筹集与预测 .....    | 265        |
| 第三节         | 农村经济系统的投资决策 .....  | 275        |
| <b>第十一章</b> | <b>总体协调 .....</b>  | <b>296</b> |
| 第一节         | 总体协调的目的和意义 .....   | 296        |
| 第二节         | 总体协调的内容 .....      | 299        |
| 第三节         | 总体协调关系矩阵法 .....    | 305        |
| 第四节         | 多目标综合评审法 .....     | 311        |
| 第五节         | 其他总体协调方法 .....     | 315        |
| <b>第十二章</b> | <b>实施运行 .....</b>  | <b>325</b> |
| 第一节         | 科学决策 .....         | 326        |
| 第二节         | 实施系统 .....         | 330        |
| 第三节         | 调控措施 .....         | 336        |
| 第四节         | 信息反馈 .....         | 340        |

# 第一章 绪 论

在人类发展的历史长河中，经历了农业社会和工业社会两次文明，目前正在迈入信息社会，第三次浪潮正在席卷全球。

信息社会，是一个智力社会，是一个以知识生产为主导的社会，是人类继农业文明和工业文明之后的第三次文明。科技的进步，交通的发达，通讯的革命，把全人类联系成一个整体，把巨大的世界变成了小小的村庄。日益复杂的事物，把系统科学推上了舞台，扮演起越来越重要的角色。

在第三次浪潮冲击下，随着四个现代化的前进步伐，在开放和改革的大好形势下，农业系统工程这朵艳丽的鲜花，在中国960万平方公里土地上播种、发芽、生根、开花、结果了。从1980年开始，短短6年时间，已成长起2万多人的队伍。在省、地（市）、县、乡、村的不同层次已有200多个单位实际应用并取得了“一本百利”的明显效益。从发展趋势看，很多地方愈来愈重视县级社会、经济、生态、科技的总体设计，农业系统工程将会得到进一步的普及和推广。

## 第一节 系统工程的核心

我国系统科学的创始人钱学森教授多次指出：系统工程就是抓总体。1975年美国科学技术辞典给系统工程的定义是：“系

统工程是研究许多密切联系的元件组成的复杂系统的设计科学。”实践证明，系统工程的核心是总体设计。

### 一、农业系统的特点

农业系统包括四个子系统：一是农业生态系统。这是个自然再生产过程，从绿色植物的第一性生产到各种畜禽和水产的第二性生产，以及农副产品循环利用的多次生产。二是农业经济系统。人们不满足于自然的恩赐，通过农业经济系统向农业生态系统加入物质和能量，增加投入以提高产出。三是农业科技系统。向农业生态系统加入科学技术这个生产力，它不是直接增加物质和能量，但可提高物质的利用率和能量的转化率，从而大幅度增加产出和提高经济效益。四是社会管理系统。加入的是政策、法规和科学管理。

建立在科学基础上的各项正确政策，可以调动广大农民的积极性，推动生产发展；建立在自然科学和社会科学基础上的法规，可把研究成果法规化以指令人们执行，使研究成果迅速变成社会生产力；科学管理也可变成生产力。挪威曾对全国1900~1955年经济发展作过分析：固定资本每增加1%，生产提高0.2%；劳力力每增加1%，生产提高0.76%；经过管理科学训练的管理人员每增加1%，生产可提高1.8%。可见管理科学的作用超过劳动力，是资本作用的9倍。在管理十分落后的情况下，管理科学的作用将更为显著。

农业生产过程是自然再生产过程与经济再生产过程交织在一起进行的生产过程。你中有我、我中有你、相互联系、伴随运动，很难截然分开（图1—1）。

农业系统两个生产过程、四个子系统交织一起的特点，决定了农业系统必须进行社会、经济、生态、科技的总体设计，

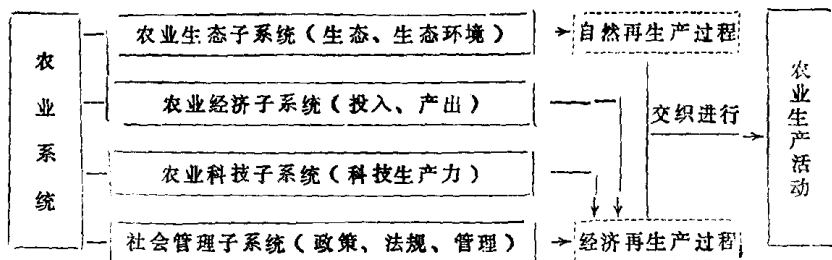


图 1—1 农业系统构成模式图

否则，就谈不上农业系统工程了。

## 二、确定发展战略

战略问题事关全局，涉及整个系统未来的发展方向。制订出好的发展战略，整个系统就会经济腾飞、社会进步、生态走向良性循环。如果在战略上出现重大失误，局部优化再好也无济于事。犹如整数错了，小数再精确都失去了意义一样。

农业系统工程的首要任务，就是制订最佳的发展战略。只有进行总体设计，通过环境辨识，系统诊断，找出系统的优势、方向、潜力和问题，寻求系统内部的协调以及与环境融合，才能确定正确的发展战略。发展战略，包括总体战略目标、战略途径、战略布局、战略重点、战略措施等。一切局部优化，都不可能回答总体发展战略问题。只有总体设计才能完成这个任务。

## 三、确保整体最优

系统工程的核心，是追求整体最优，提高总体功能，局部优化视野局限，只能追求局部最优；有的局部最优反而可能造成整体最劣。总体设计立足全局，着眼整体，可避免局部优化的局限并进行总体协调，确保整体最优。

#### **四、多目标统筹兼顾**

局部优化往往追求单目标优化，而复杂的大系统都是多目标的。总体设计从全局出发，左顾右盼，统筹兼顾。总体设计，首先要确定总体目标体系，至少应包括社会进步、经济繁荣、生态平衡三个方面，并进一步具体化为目标树，全面考虑，划分层次，形成指标集，然后再进一步逐个优化。这个目标体系可以避免顾此失彼的单打一，确保多目标的统筹兼顾。

#### **五、使系统走向良性循环**

局部优化，往往着眼当前，片面追求眼前经济利益，考虑不到系统未来发展的长远利益。总体优化把系统看成一个时空立体结构，是伴随着时间推移而动态变化的过程系统。立足当前，放眼未来，瞻前顾后，远近结合，既考虑当前利益，又考虑长远发展，使系统具有“后劲”，逐步走上社会、经济、生态的三重良性循环。

### **第二节 总体设计的发展概况**

我国农业系统工程的开展具有三个特点：一是先抓人才培养。办班训练，培养既懂农业科学又懂系统科学的“T”型人才。二是强调实践，一开始就按照钱学森教授关于“系统工程是强调实践的，不能坐而论道”的指导思想，理论紧密结合实践，面向农业现代化建设。三是瞄准县级农村经济系统。所以选择县级系统，是因为它是城乡的结合部，麻雀虽小，五脏俱全，既可向上扩展，又可向下延伸；最重要的是，县是宏观与微观的结合部，便于实施，经受实践的检验。

#### **一、海伦的尝试**

我国农业系统工程地开展，首先是在不同层次上展开的，方法百花齐放，强调“先易后难”和“取得效益”，故在种植业和第一产业范围内开展应用较多。尽管明知“系统工程就是总体”，但由于过去国内在农业上都无先例，一直不敢碰“总体”。

1983年冬，下决心碰碰“总体”，选择全国农业现代化综合科学实验试点县——黑龙江省海伦县，搞海伦县社会、经济、生态、科技系统总体设计。为了打好这一仗，中国系统工程学会农业系统工程委员会采取了两个措施：一是从全国集中了100人进行攻关；二是举办了全国第四期农业系统工程培训班，为了知识互补，专业齐全，分高、中、初三个班，共200人。师生300人经过4个月日夜拼搏，终于完成了总体设计和子系统设计，虽不完善，但总算开了个头，迈出了可喜的第一步。

《2000年的海伦》共四册，约100万字，基本总结了这次的经验 and 成果。从环境辨识、系统诊断、确定目标体系（目标树和时序指标集）、确定发展战略、总体协调、总体优化到子系统优化，在方法上提出了总体模型系统——系统化模型群，第一次在农业上成功应用了系统动态仿真，定量化确定发展战略。

## 二、靖宇的实践

1984年5月到年底，吉林省靖宇县完成了总体设计。靖宇县社会、经济、科技综合发展规划的特点是：

1. 领导亲自挂帅，靖宇县县委书记亲自挂帅任课题组长兼总体设计师，县长任副组长。他们不仅挂帅而且出征，带领全县所有领导干部听了农业系统工程原理，进行概念开发，开阔眼界，知识更新，思想飞跃。县委、政府、人大、政协四套班子亲自开会研究发展战略，进行系统诊断，自始至终，一抓到

底，直到最后研究报告的修改定稿。

2. 靠自己力量干：在外来专家讲课和指导下，培养了自己的一支农业系统工程队伍，使自己具有开发、实施、反馈的能力。这是一支走不掉的“永久牌”的队伍，熟悉当地情况，对家乡具有浓厚感情，既制订规划，又实施规划。规划之后，保留了这支队伍，作为领导的智囊团，成了实施规划最得力的助手。

3. 战略上下功夫：由于领导挂帅，十分重视战略研究。针对长白山区特点，确定建设高功能“林、参、药”人工生态系统，从增值资源，到深度加工增值，到系列化商品群，到市场销售和外贸出口，一环紧扣一环，形成战略系统。

4. 狠抓实施：由于领导挂帅，重视实施，加上手中有权，看准了就干。在规划过程中，概念一经开发，就进行了十四项重大改革。确定了“林参药”发展战略，就开始着手筹建“天池制药厂”，规划一完就建成投产了。

5. 效益显著：不仅经济效益显著，社会效益也很明显。吉林省两任省委书记看后都很高兴，决定在全省推广，各个地县都要用系统工程搞规划，进行总体设计。1986年7月，国家科委在靖宇县召开了全国山区科技工作会议，对靖宇县经验十分满意，并指出这是山区脱贫致富的道路。

### 三、各地的发展

1984年以来，全国已有几十个地县进行了社会、经济、科技、生态系统总体设计，有的叫社会、经济、科技发展总体规划。各自都有很多特色和创造。例如：

1. 山西省的省、地、县三级总体设计，解决了宏观控制下的三级套接和协调发展。

2. 吉林省农村经济发展战略，总体模型构思巧妙。
3. 天津市北郊区及河北省栾城县总体规划，开拓了城郊型农村经济发展模式。
4. 内蒙古科左后旗，第一个进行了草原牧区总体设计。
5. 湖南娄底地区，在发展战略和产业结构上，很有特色。
6. 四川省绵竹县，狠抓实施，大搞名、特、优产品开发。
7. 吉林省延边自治州龙井县，在总体协调和总体平衡上，有所突破。
8. 湖南省宁乡县，在总体模型系列和系统与环境融合上，有所创造。
9. 山东省乳山县，在海水养殖生态系统上，很有特色。
10. 安徽省蒙城、濉溪、利辛、涡阳、颍上县，在生态农业与系统工程结合上，作了十分有益的探索。
11. 江苏省盱眙县，围绕农村产业结构调整问题进行农村经济系统总体设计，在很多方法上作了改进。
12. 江西省永修县、山西省偏关县，在实施过程中总结了一套经验和方法。
13. 湖南省桃源县，针对“山、丘、平”不同类型，规划了不同发展模式。
14. 湖南省株洲市、浏阳县、韶山区，江西省宜春市等地，在结构系统和过程系统上，都有其特色。
15. 湖南省慈利县，开拓了旅游经济发展模式。
16. 宁夏固原县，以点带面，实施了黄土高原丘陵区农林牧生态经济优化结构设计，3年脱贫致富，扎实成功。
17. 新疆石河子垦区，在农场推广并实施半荒漠区绿洲生态农业的总体优化设计，在农场级生态农业的发展战略上有特

色。

### 第三节 未来的展望

我国是一个社会主义国家，要发展有计划的商品经济，制订中长期发展规划，实现决策的科学化和民主化，都离不开农业系统工程总体设计。展望未来，总体设计必将在祖国各地进一步普及推广。发展趋势是：

1. 有待完善提高：从总的来看，总体设计工作还刚刚开始，经验不足，有些方法还不够成熟，有待进一步摸索经验、完善提高。例如，在大力发展商品生产情况下，系统全方位开放，闭环设计如何适应？在市场信息网络不健全情况下，如何使系统与环境更好地融合起来等等，都有待进一步研究解决。

2. 狠抓实施：当前，已有几十个地县完成了总体设计，正在实施运行。在实施过程中，如何进行调控，排除干扰、减少振荡，使系统沿着总体设计的最佳方向和路线运行，应成为今后工作的重点。目前，还十分缺乏实施的经验，今后应狠抓实施，认真总结经验，逐步形成一套较为完整的理论和方法。

只有狠抓实施，取得明显效益，才能得到社会的公认，永远立于不败之地。因此，要扎扎实实，一步一个脚印，干一个，成一个，个个取得显著效益。

3. 简化普及：目前的总体设计，还比较复杂和繁琐，推广应用有一定困难。事物的发展总是这样，由简单到复杂，是发展过程中出现的正常现象。现在的问题是，要由复杂再到简单，实现第二次飞跃。为此，要实现总体设计规范化、程序化、表格化、自动化，以便推广普及。

## 第二章 总体设计理论

系统工程是一门工程技术，总体设计必须要有正确的理论指导。

系统工程最基本的指导思想是唯物论和辩证法，具体的理论就是系统学。

农业系统工程总体设计的理论，可以概括为“八论”。

### 第一节 开 放 论

#### 一、农业是个开放系统

农业系统是一个开放系统，它存在于环境之中，与外界环境条件存在着千丝万缕的联系。如果把系统边界扩大为农村系统，则包括四个子系统：农村社会系统，农村经济系统，农村生态系统，农村科技系统。这四个子系统也都是开放系统。总体设计，实际上是农村社会、经济、生态、科技系统的总体设计，面对的都是开放系统。

开放系统的本质是，系统边界是开放的，系统与环境之间不断进行物质、能量、信息的交换，从而使系统由无序走向有序，由低级走向高级。系统不断从周围环境吸取能量、物质和信息，经过系统内部的转化，在建造和完善系统本身的同时，向环境输出物质、能量和信息。这种输出有三种：一是有利的